Agriculture
Canada

Research
Branch

Direction générale
de la recherche

Canada

Cover illustration
The dots on the map represent Agriculture Canada research establishments.

Illustration de la couverture
Les points sur la carte indiquent les établissements de recherches d'Agriculture Canada.

ADDENDUM

BYDV-tolerant Oats (Sainte-Foy)

Several varieties of oats tolerant to BYDV (barley yellow dwarf virus) have been developed over the past several years. It can now be documented that BYDV tolerance allows the production of considerable extra yield in oats in Quebec and the Maritimes.

Some Cereal Crops Reduce Grasshopper Numbers (Saskatoon)

Grasshopper populations are reduced if they feed on HY320 wheat or oats (all varieties). The current task is to identify the plant constituents which cause this effect.

Wart Disease Resistant Potatoes (St. John's)

Seven potato wart resistant cultivars have been developed and registered. A number of these varieties have been accepted by Newfoundland commercial farmers and form the basis for seed potato production in the province.

Vacuums for Insects (Fredericton)

A vacuum collector for Colorado potato beetle, commercially distributed from New Brunswick, was demonstrated effective against adults. Potato growers can use the equipment to replace spring pesticide applications against massive colonization of field borders by the adult beetles.

Parasite of the Bertha Armyworm (Saskatoon)

A parasite (<u>Microplitis mediator</u>), originally collected in Switzerland, shows great promise as a biological control of bertha armyworm, a serious insect pest of canola crops.

ALTERNATIVE APPROACHES TO PEST MANAGEMENT: SUCCESS STORIES

May 1991

91-06500/

AGRICULTURE CANADA

ALTERNATIVE APPROACHES TO PEST MANAGEMENT: SUCCESS STORIES

Introduction

In recognition of the need for environmentally sound agricultural practices, the Research Branch has made a commitment to the development of alternative pest management technologies. The pest management strategies listed below run the gamut from resistance breeding to biological control using parasitoids, predators and pathogens, and include any pest control methods which do not use synthetic chemical pesticides. Projects currently successful in the laboratory and still under development are included as well as those which have had practical field successes. Agriculture Canada has developed such a large number of disease-resistant cultivars that only examples are given. Stations are indicated by parentheses.

This list was compiled by Dr. P.L. Dixon, Research Coordination Directorate, Research Branch.

TABLE OF CONTENTS

	Subject	Page
I	Resistance Breeding	1
II	Atmospheric Modification	3
III	Weed Control Using Insects	4
IV	Weed Control Using Pathogens	5
V	Insect Control Using Parasitic Insects	5
VI	Insect (and Mite) Control Using Predatory Insects and Mites	7
VII	Insect Control Using Pathogens	9
VIII	Disease Control Using Pathogens	11
IX	Pheromones for Insect Monitoring and Control	13
X	Miscellaneous	15
Table 1:	Examples of biological control programmes against agricultural insect and mite pests in Canada between 1969-1980.	19
Table 2:	Examples of successful biological control programmes against agricultural weeds in Canada between 1969-1980.	20
Table 3:	Varieties of selected commodities with disease resistance currently on the market and developed by Agriculture Canada.	21

I. Resistance Breeding - examples of releases

Disease Resistant Wheat (Plant Research Centre)

The new soft white winter wheat cultivar 'Miller' has genetic resistance to the prevalent races of loose smut found in southern Ontario. The cultivar 'Harmil' is resistant to loose smut, as well as to fusarium head blight and septoria leaf blotch.

Rust Resistant Wheat (Winnipeg)

'Pasqua', a new hard red spring wheat released in 1990, is resistant to leaf and stem rust.

Disease Resistant Wheat (Harrow)

'Harus', a soft white winter wheat, was released in 1985. It exhibits improved resistance to a number of diseases including powdery mildew, leaf rust and head blight.

Barley Resistant to Powdery Mildew (Plant Research Centre)

The two-row barley cultivars 'Morrison' and 'Symko' which were released recently, have resistance to powdery mildew.

Flea Beetle Resistant Canola (Winnipeg)

An 8-year process of selection has led to a line of canola which has significant resistance to flea beetles.

Pest-Tolerant Corn (Plant Research Centre)

PRC is trying to develop corn plants with resistance to insect pests (European corn borer and the corn earworm). The antifeedant properties of naturally occurring chemicals in corn silk are being studied.

Bird-Resistant Sunflower (Morden)

New strains of sunflower developed at Morden are less attractive to birds because of a thicker shell and a naturally occurring chemical-deterrent in the hull.

Leaf Scald Resistant Barley (Beaverlodge)

'AC Stacey', a new early maturing feed barley, exhibits a high level of resistance to barley leaf scald, the most important leaf disease of barley in the Peace River Region and some of the cooler parts of the rest of the Prairies.

Disease Resistant Pears (Harrow)

In 1983, the Harrow pear breeding program introduced two cultivars, (Harrow Delight and Harvest Queen), with resistance to the bacterial disease fire blight. A third fire blight-resistant cultivar, Harrow Sweet, was patented and protected in France in 1991 and will be released in Canada following the development of registration regulations under the Plant Breeders rights legislation passed in 1990.

Scab Resistant Apples (Kentville, Summerland)

An apple breeding program initiated in the 1950's has resulted in the introduction of several cultivars resistant to apple scab (eg. 'Novamac' (1978) and 'Nova Spy' (1986)).

'Shuswap', a Disease Resistant Strawberry (Vancouver)

The strawberry variety 'Shuswap' is virus-tolerant and relatively winter-hardy, both traits that will contribute to the longevity of plantings. Shuswap also exhibits some resistance to fruit rot.

'Cavendish', a Red Stele Resistant Strawberry (Kentville)

'Cavendish' strawberry is resistant to the disease red stele. It was released in 1990.

'Algonquin' Raspberry (Vancouver)

The raspberry cultivar 'Algonquin' was released in 1990 with improved resistance to a number of diseases: root rot, post harvest fruit rot and powdery mildew.

Late Blight Resistant Potatoes (Charlottetown, Fredericton)

Research is continuing at both Stations to breed disease resistant lines of potatoes. For example, 'Brador', a line

recently released from Fredericton, has a high degree of resistance to late blight.

Smut Resistant Oats (Sainte-Foy)

Two smut resistant oat varieties have been developed and marketed over the past few years. These have been instrumental in reducing the effects of infestations in specific areas such as Lac Saint-Jean.

Insect Resistance in Honeysuckle (Morden)

'Miniglobe' honeysuckle, released in 1981, is resistant to damage by the European honeysuckle aphid.

Wheat Stem Sawfly Resistant Wheat (Swift Current, Lethbridge)

Rescue, the first sawfly resistant variety of hard red spring wheat, was released in 1947. Largely because of the subsequent widespread use of Rescue, the sawfly population fell sharply and remained low for about 30 years. In 1990, the two currently registered sawfly resistant varieties, Lancer and Leader, were grown on 600,000 acres in southern Alberta and Saskatchewan.

Soybean Cyst Nematode Resistant Variety (Harrow)

Evaluation of resistant varieties to a new pest, the soybean cyst nematode, resulted in support for registration of a resistant soybean variety from the University of Illinois. The resistant variety yields, on average, 13% higher than nonresistant varieties planted in cyst infested soils. The variety has early maturity required for Ontario conditions and is resistant to races 3 and 4 of the nematode.

II Atmospheric Modification

Control of Greenhouse Crop Diseases (Harrow)

State-of-the-art technology developed at Harrow permits the control of a number of diseases of cucumber and florist crops through scientific, computer-controlled manipulation of the greenhouse environment; an example is avoidance of the dewpoint.

Rusty Grain Beetle Control (Winnipeg)

The rusty grain beetle, the major insect pest of stored cereals in western Canada, can be controlled when infested grain is treated with 20% carbon dioxide.

Blueberry Fruitfly (maggot) Control (Kentville)

High levels of carbon dioxide and temperatures over 40°C or less than 0°C can kill blueberry fruitfly larvae without reducing fruit quality.

III Weed Control Using Insects

Canada Thistle (Regina)

A beetle (*Ceutorhynchus litura*), and a stem-gall fly (*Urophora cardui*), which feed on Canada thistle, have been released and are established in several provinces.

Tansy Ragwort (Charlottetown)

The cinnabar moth (*Tyria jacobae*) continues to play a role in the reduction of the toxic weed tansy ragwort in P.E.I.

Sowthistle (Regina)

The leaf gall fly (*Cystiphora sonchi*), was released and is established in Saskatchewan, Alberta, Manitoba, New Brunswick and Nova Scotia.

Knapweed (Regina)

A number of knapweed feeding insects were released and have established in B.C. At one site, the seed-head moth attacks 85% of spotted knapweed seed heads; at another site, the root beetle (*Sphenoptera jugoslavia*) is attacking 75% of diffuse knapweed rosettes.

Spurge (Regina)

The spurge flea beetle, (Aphthona nigriscutus), was released and is established at sites in Manitoba and Alberta. At one site in Manitoba, a 92% reduction of flowering stems has been recorded.

IV Weed Control Using Pathogens

Round-leaved Mallow (Regina)

A fungal pathogen (Colletotrichum gloeosporoides malvae) was found to be an effective biocontrol agent. Philom Bios (Saskatoon), has applied for registration. If successful, it will be the first bioherbicide to be registered in Canada.

St. John's Wort (Kentville)

An endemic pathogenic fungus (Colletotrichum gloeosporoides), provides a high degree of control of St. John's Wort in a Nova Scotia lowbush blueberry field. The fungus could be introduced to fields where it presently does not exist.

V Insect Control Using Parasitic Insects

Pea Aphid on Alfalfa in Alberta (Lethbridge)

A parasitic wasp (Aphidius smithi) that attacks pea aphids was introduced into Alberta in 1970. The wasp is now well established and is currently reducing numbers of the pea aphid.

Parasitoid Control of Fruitworm Feeding on Apples (Summerland)

Research on a parasitoid of the speckled green fruitworm, found in apple orchards free of chemical insecticides, shows it to control the fruitworm before the pest feeds on the apples.

Root Maggots in Ontario (London)

A wasp (Aphaereta pallipes) parasitic on root maggots and a beetle (Aleochara bilineata) both parasitic and predatory on cabbage and onion maggots have been mass reared for release in commercial onion fields (and home vegetable gardens for Aleochara).

European Earwig in Newfoundland (St. John's)

A fly (Bigonicheta setipennis) parasitic on earwigs, was introduced into Newfoundland from British Columbia, Sweden and Switzerland. The fly is established in the St. John's area.

Whiteflies on Greenhouse Tomatoes in Ontario (Harrow)

A tiny parasitic wasp, (Encarsia formosa), controls whiteflies on 75% of greenhouse grown tomatoes in Ontario. Harrow was instrumental in developing mass-rearing procedures for the wasp and helped produce a biocontrol program for growers.

Parasites of the Carrot Weevil (Saint Jean)

In Quebec, the eggs of the carrot weevil are preyed on by a tiny wasp. A technique for raising this wasp was developed at St. Jean in order to study ways to increase its effectiveness.

Apple Ermine Moth (Vancouver, Summerland)

A parasitoid (Ageniaspis fuscicollis), which attacks the eggs of the apple ermine moth, was imported from Germany in 1987-1989 and released in British Columbia. The parasitoid has become established and is currently reducing numbers of the apple ermine moth.

Alfalfa Blotch Leafminer (Charlottetown)

A parasitic wasp which attacks the alfalfa blotch leafminer was introduced into P.E.I. in 1978. The wasp is now well established and the pest is no longer considered a threat to alfalfa.

Alfalfa Pests in Ontario (Plant Research Centre)

In the 1970's, the Ontario dairy industry was threatened by the alfalfa weevil and the alfalfa blotch leafminer. Introduced insect parasitoids and a naturally-occurring fungus disease are able to control the weevil. The leafminer was controlled by releases of a parasitic wasp.

VI Insect (and Mite) Control Using Predatory Insects and Mites

Fungus Gnats (Agassiz)

A predatory mite, (*Geolaelaps* sp.), maintains fungus gnat populations in greenhouses at low density and there has been successful commercial application.

Mite Control Using Predatory Mites (Saint-Jean)

A predatory mite (*Amblyseius fallacis*) has been used as a control for the two-spotted spider mite and the red spider mite.

Nematodes Kill Carrot Weevils and Apple Sawflies (Saint-Jean)

An entomophagous nematode, *Steinernema* sp. has been used successfully to control hibernating carrot weevils and apple sawflies.

Western Flower Thrips (Agassiz)

Procedures for mass production and application of a predatory mite (*Amblyseius cucumeris*), were developed as a control for western flower thrips and are widely used in the greenhouse industry.

Western Flower Thrips (Summerland)

Field trials are being conducted to test the ability of the predaceous mite *Amblyseius cucumeris* and the predatory bug *Orius tristicolor* to control the western flower thrips in apple orchards.

Western Flower Thrips (Agassiz)

The minute pirate bug, Orius tristicolor, shows great promise as a biological control for western flower thrips in greenhouses, and is now available commercially on a limited scale. Thrips populations are typically controlled within 3 to 6 weeks of initial predator introductions.

Mites eat Mites on Strawberries (Vancouver)

A cold-tolerant strain of predatory mite (Phytoseiulus persimilis) was imported into Canada from New Zealand in 1986 as a control for the two-spotted spider mite, a pest species.

Insecticide-Resistant Predaceous Mites in Apples (Kentville)

A predator mite resistant to many insecticides, has been imported from New Zealand and New York and is being studied for use as a biocontrol agent in orchards.

Pyrethroid Resistant Predaceous Mites (Vineland)

A strain of predaceous mite highly resistant to pyrethroid and organophosphate insecticides, has been selected through a genetic improvement project and is being evaluated in the field. This strain shows great potential for incorporation in an integrated pest management system and has aroused strong interest internationally.

The Seven Spotted Lady Beetle (Kentville, Winnipeg, Saskatoon)

This beetle is a voracious predator of aphids. Since its first discovery in North America it has been released in and now occurs in several Canadian provinces. From 1988-1990 the seven spot was giving sufficient control of pea and grain aphids in Nova Scotia that the need for chemical controls was eliminated.

VII Insect Control Using Pathogens

Bacillus thuringiensis (Bt) Against Caterpillars (Winnipeg)

Research at Winnipeg involves the selection and development of new strains of *Bt* against the bertha armyworm and other caterpillars resistant to the *Bt* currently used in North America (*Btk*). Eight strains have been found which are more toxic than *Btk*.

Testing of *Bt's* in Canada (various Stations)

Agriculture Canada has been extensively involved for a number of years in the testing of strains of *Bacillus thuringiensis* for use under Canadian conditions and in Canadian commodities.

Fungi for Whitefly Control (Harrow)

Investigations are underway into the potential of a fungus (*Aschersonia aleyrodis*) to control whiteflies in greenhouses. Of particular interest is the combined effect of this fungus and *Encarsia*, the parasitic wasp which attacks whiteflies.

Pale Western Cutworm Control with *Bt* Delta-Endotoxins (Lethbridge)

The use of *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) against the pale western cutworm is complicated by the subterranean feeding habit of the insect larvae. Gene transfer systems have been developed to introduce delta-endotoxin genes of *Bt* into rhizosphere bacilli.

Nosema locustae for Grasshopper Control (Lethbridge)

The effects of the timing, rate of application and repeated applications of the protozoan *Nosema locustae* on field populations of major grasshopper species were determined. Although rare in nature, this pathogen can cause low-level infection and debilitation in about 40% of the population. Data submitted for registration are currently being evaluated.

Leafroller Susceptible to Microsporidium from the Spruce Budworm (Summerland)

Obliquebanded leafroller larvae were found susceptible to infection by a microsporidium (protozoan) indigenous to the eastern spruce budworm. The Nosema caused high mortality in young larvae.

Grasshopper Control Using Fungi (Lethbridge)

In 1988, a strain of Beauveria bassiana was found to be highly effective against grasshoppers, at economic rates of application. Subsequent laboratory and field trials have concerned rates, methods and mode of action.

Fungi for Mosquitoes (Lethbridge)

A fungal pathogen of mosquitoes, Coelomomyces psorophorae, was discovered in 1956 in irrigated areas in southern Alberta. The complex life cycle of the fungus was determined and found to involve an alternate host. Field trials revealed that 64% mortality of larval mosquitoes can be caused by this pathogen.

Viruses Control Caterpillars on Crucifers (Harrow)

Field and laboratory studies at Harrow have demonstrated that a granulosis virus and a nuclear polyhedrosis virus are effective in control of the cabbageworm and cabbage looper, respectively, on cruciferous crops. Extensive research on persistence and occurrence of the viruses in the field habitat provided significant data on environmental fate of these types of entomoviruses.

Virus Attacks European Skipper (Charlottetown)

Larvae of the European skipper feed on timothy grass. A naturally-occurring nuclear polyhedrosis virus (NPV) which kills skipper larvae was tested and released in fields in P.E.I. and, within a few years, proved an effective means of control.

Virus Controls Codling Moth on Apples (Harrow, Summerland)

Research has shown that a virus can be applied to apple orchards to protect against damage caused by the codling moth. Although registered in some countries, in Canada the

virus is still being tested.

Nematodes Kill Leafminers and Fungus Gnats (Vineland)

Recently, biological control of leafminers on greenhouse chrysanthemums and fungus gnats on cultivated mushrooms has been achieved in the lab using nematodes.

VIII Disease Control Using Pathogens

Biological Control of Crown Gall (Harrow)

In experiments, the bacterium Agrobacterium radiobacter, (strain K-84), was nearly 100% effective in controlling the disease crown gall in planting material of peach, plum, cherry and rose. In 1989 this pathogen (under the name Dygall) became the first biological control agent for plant diseases registered in Canada.

Biocontrol of Soilborne Diseases of Greenhouse Tobacco Seedlings (Delhi)

Laboratory screening has identified mycoparasitic fungi which inhibit Rhizoctonia solani. Substrates are being evaluated for their ability to support growth and survival of mycoparasites.

Biocontrol of Peach Canker (Harrow)

Epiphytic yeasts and filamentous fungi on peach bark reduce the incidence and severity of cytospora canker when applied to wounds at the same time or prior to infestation by the pathogenic fungi Cytospora cincta or C. leucostoma. As naturally occurring, saprophytic microfungi they are promising biological protectants which antagonize and compete with pathogens of mechanically wounded bark.

Biocontrol of Foliar Diseases of Tomato, Potato and Ginseng (Delhi)

Laboratory screening has identified several antagonistic microbes which inhibit Alternaria spp. in dual culture and detached leaf assays. Field efficacy evaluation will be carried out in 1991.

Biocontrol of Crown and Root Rot (Summerland)

The bacterium Enterobacter aerogenes was as effective as chemical fungicide for control of crown and root rot of apple trees. The patent on the use of this bacterial antagonist against this disease is pending in Canada and the US. This is the first biological control agent of crown and root rot of apple trees in the world.

Biocontrol of Apple Diseases (Summerland)

Field trials have shown that certain strains of the bacterium Bacillus subtilis have the ability to control crown gall in young apple trees and to reduce levels of apple replant disease.

Damping-off of Safflower (Lethbridge)

Greenhouse studies showed that treatment of field soils with Pseudomonas fluorescens was effective in controlling pythium damping-off.

Biocontrol of Pathogenic Fungi (Sainte-Foy)

A variety of root-zone bacteria have shown potential as biological control agents by reducing the effects of some fungus-induced diseases during laboratory testing. For example, fungi in the genus Pythium which affect corn, are themselves altered by certain strains of the bacteria Serratia liquefasciens and Bacillus amyloliquefasciens.

Sclerotinia Wilt of Sunflower (Lethbridge)

Field application of the pathogen Coniothyrium minitans is effective in controlling sclerotinia wilt of sunflower. This biocontrol technology also has long-term benefits as the studies show that the decline of the wilt is associated with the population increase of C. minitans.

Fungi Attack Powdery Mildew (Harrow)

At high humidities in the greenhouse, two fungi (Sporothrix sp.) are able to provide almost complete control of powdery mildew diseases of cucumbers, roses and begonias. In a collaborative venture, Laval University, Plant Products Ltd. (Brampton) and Harrow scientists have a patent pending for this biological control agent and have applied for

registration.

IX Pheromones for Insect Monitoring and Control

The World's First Mirid Bug Sex Pheromone (Kentville)

In a joint venture between Agriculture Canada and Simon Fraser University, the sex pheromone for the mullein bug (Family Miridae), a pest in apple orchards, was successfully identified and synthesized. A joint usage patent is being sought by Agriculture Canada and Simon Fraser.

Monitoring the European Winter Moth (Vancouver)

The occurrence of the European winter moth, Operophtera brumata, in the lower Fraser Valley, was successfully monitored using sex pheromone baited traps. This program could be operated by pest managers if a commercial source of the pheromone becomes available.

Prediction of Bertha Armyworm Larval Outbreaks (Winnipeg, Lethbridge)

Sex attractant trap catches can be used to predict the probability of larval outbreaks, providing a warning to extension personnel and growers to take prompt action if required. In Alberta, surveillance monitoring of bertha armyworm as well as the pale western and army cutworms has been conducted in cooperation with Alberta Agriculture since 1985.

Monitoring Insects in Stored Grain (Winnipeg)

Flight traps baited with pheromones are effectively detecting the lesser grain borer and the rice weevil, indicating potential grain infestations in farm bins.

The First Wireworm Pheromone (Lethbridge)

A program for use of a pheromone for monitoring this pest was developed for the sugar beet industry. Wireworms can be detected earlier using this method.

Monitoring European Corn Borer (London)

Commercial pheromone preparations have been used to detect economically important levels of corn borer in southwestern Ontario. The Pest Alert service of the Ontario Ministry of Agriculture and Food uses the information to advise on control measures that should be instituted by growers.

Presence of Sex Pheromone in the Pear Psylla (Kentville)

A short range sex pheromone was shown to exist in the pear psylla, the first proof of a sex pheromone in this insect Family.

Spotted Tentiform Leafminer (Vineland)

Current research has shown that using sex pheromone traps to remove male spotted tentiform leafminer moths can reduce infestations of larvae by up to 50%.

Oriental Fruit Moth (Vineland)

Current research on this pest involves an assessment of 'mating disruption' by release of large amounts of sex pheromone in test orchards. This technique has been successful in preliminary tests.

Mating Disruption with Pheromones for Codling Moth Control (Summerland)

Field trials indicated that pheromone-based mating disruption can effectively control damage from codling moth as well as, or better than, insecticides. Pear growers will reap additional benefits because reduced spraying for codling moth allows for an increase in populations of predators of the pear psylla.

Grape Berry Moth (Vineland)

Mating disruption using synthetic sex pheromone has been used to achieve economic control of this pest in Niagara Peninsula vineyards. This technique could potentially eliminate up to four insecticide sprays.

X Miscellaneous

Monitoring the Greenhouse Whitefly (Agassiz)

A program for use of yellow sticky traps for monitoring this pest was developed and is in wide use in the industry. Whitefly can be detected much earlier than by using other methods.

Monitoring Western Flower Thrips (Vancouver, Agassiz)

Blue sticky traps have been shown to be effective for sampling and mass trapping of the western flower thrips in greenhouses.

Monitoring the Blueberry Fruitfly (Kentville, Fredericton)

A method of using yellow sticky traps to detect adult blueberry fruitflies was developed and is now widely used in the blueberry industry. The traps are used to determine whether control measures are necessary and if so, to pinpoint optimum timing.

Crabmeal Controls Potato Wart Disease (St. John's)

Potato wart disease can be suppressed and no wart galls produced when crushed crabshell is added to the soil around the tuber at planting time.

Disease Control by Allelopathy (Harrow)

Catch crops or residues of lettuce with tomatoes, or companion crops of dandelion side by side with tomatoes in bag culture, control fusarium crown and root rot almost completely. Natural chemicals secreted by lettuce and dandelions lock up the iron the disease needs.

Nematode Control Using Cruciferous Plow-down Crops (Delhi, Vineland)

Leaf extracts of yellow mustard were demonstrated to be highly toxic to root lesion nematodes. Allyl isothiocyanate resulting from enzymatic hydrolysis of allyl glucosinolate is thought to be the nematicidal factor.

Cherry Fruit Fly on Cherries in British Columbia (Summerland)

Sterilized fruit flies mated with fertile flies either produced eggs that did not hatch or did not produce eggs at all. Caged populations of mixed sterile and fertile flies in a ratio of 20:1 produced no viable offspring.

Crop Rotation Controls Sugar Beet Pests (Lethbridge)

A crop rotation where sugar beets are grown once every four years has resulted in elimination or reduced the amount of insecticides applied for control of both nematodes and sugar beet root maggots in sugar beets.

Inorganic and Organic Mulches (Summerland)

Mulches (including bark and black plastic) have successfully suppressed the competitive effects of weed growth in apple orchards with tree performance sometimes exceeding that of trees treated with herbicide.

Control of Sugar Beet Root Aphid (Lethbridge)

The sugar beet root aphid, a major pest insect of sugar beets in Alberta, can be controlled by increasing the number of irrigations from 1-2 per year to 5 per year.

Cultural Control for the Red Turnip Beetle (Winnipeg)

The red turnip beetle is a pest of canola in western Canada. Research has shown that cultivation after harvest of canola in the fall will destroy the food plants of the larvae leading to their death.

Floating Row Covers for Control of Vegetable Insect Pests (London)

Light weight fabric row covers over experimental plots of vegetables significantly reduced damage by Colorado potato beetle in potatoes, and root maggot damage in radishes and onions. The method dramatically reduces foliar pests and does not affect non-target organisms.

Chalcid Control During Incubation of Alfalfa Leafcutter Bees (Lethbridge)

UV lights placed over a water trap attract and eliminate chalcid parasites during spring incubation of alfalfa leafcutter bees. Chalcids emerge about two weeks before the bees and thus can be selectively eliminated from the bee population before the bees are placed in alfalfa fields for pollination.

Hive Construction Reduces Parasite Entry (Lethbridge)

Hives for leafcutter bees were designed to eliminate avenues of entry for potential parasites and predators. Design additions include foam padding at the back of the laminated groove nesting materials to eliminate movement from tunnel to tunnel, expanded metal strips to tighten boards in hive casings, precision cutting of all hive materials and glueing and nailing all parts.

Residues of Spring Rye and Barley for Weed Control (Agassiz)

Spring rye and barley, seeded in the fall and killed by low temperatures in the winter, form a mat of dead material that is highly effective in suppressing weeds the following season. So far no detrimental effect on crop growth has been noticed.

A Model for Forecasting Losses due to Weeds (Sainte-Foy)

A model for forecasting losses due to weeds developed from data collected early in the season, will eliminate the use of herbicides in a great many cases. Tests show that the relative leaf area is a key variable in the development of the model.

Solar Heating of Soil for Pest Control (Vineland, London)

Solar heating of soil under plastic film has reduced or eliminated pest nematodes and root-rot fungi in nurseries in southern Ontario.

Sterile Male Releases for Codling Moth Control (Summerland)

Some 30 years of research has resulted in a commercial sterile-insect release program for use in apple and pear orchards to eliminate the codling moth.

Hairy Forages Repel Insects (BRC)

For the first time, the presence of hairs which repel insects, was discovered in seedlings of certain species of forages. These may be useful in repelling aphids.

Vaccine for Cattle Grubs (Lethbridge)

A vaccine developed for control of cattle grubs has been shown to reduce cattle grub survival by up to 85%.

Sterile Male Releases for Cattle Grubs (Lethbridge)

A joint Canada-US project has demonstrated the feasibility of using sterile insect releases integrated with chemical insecticides for control of the cattle grub in large areas.

Powdery Mildew Control with Soluble Silica (Agassiz)

Amending the hydroponic nutrient solution with potassium or sodium silicate, results in cucumber plants able to develop a degree of resistance to powdery mildew infection.

Chemical Repellents in Alfalfa (BRC)

A unique class of chemicals (hemolytic saponins) which repel many fungi, bacteria and insects, were discovered in alfalfa.

Living Mulches for Weed Control (Agassiz)

Living mulches (sheep fescue, white clover and barley) were effective in suppressing weeds between raspberry rows. Clover also increased leaf nitrogen content and cane vigour.

Table 1: Examples of biological control programmes against agricultural insect and mite pests in Canada between 1969-1980 (Kelleher & Hulme, 1984).

Pest	Crop	Control Agent	Station	Success*
Caterpillars	cole crops	Bt, viruses	Harrow	+++
Cereal leaf beetle	small grains	parasitic wasp	PRC	+++
Darksided cutworm	tobacco	virus	Delhi	+
Grasshoppers	various	protozoa	Saskatoon	++
Mosquito	livestock	fungus	Lethbridge	++
Pea aphid	various	ladybeetle	Vancouver	+
Tomato hornworm	tomato/ tobacco	Bt	Delhi	+++
Two-spotted spider mite	greenhouse crops	predatory mite	Harrow	++

* + slight pest reducton or too early for evaluation
++ control widespread but local damage occurs
+++ control complete

Table 2: Examples of successful biological control programmes against agricultural weeds in Canada between 1969-1980 (Kelleher and Hulme, 1984).

Weed	Control Agent	Station
Bull thistle	fruit fly (*Urophora stylata*)	Regina
Cypress spurge	spurge hawkmoth	Regina
Diffuse knapweed	fruit fly (*Urophora affinis*)	Regina
Nodding thistle	seed head weevil	Regina
Spotted knapweed	fruit fly (*Urophora quadrifasciata*)	Regina
St. John's-wort	moth (*Anaitis plagiata*) & two species of beetle	Regina
Tansy ragwort	cinnabar moth & a beetle	Regina

Table 3: Varieties of selected commodities with disease resistance currently on the market and developed by Agriculture Canada.

Cereals	101
Oilseeds	35
Alfalfa	18
Other forages	42
Potatoes	33
Tobacco	16
Beans	11
Field peas	12

NB. Corn is not included in this list because Agriculture Canada largely releases inbred lines which are not directly sold but rather used in the production of hybrids.

Agriculture
Canada

Research
Branch

Direction générale
de la recherche

Canada

Cover illustration
The dots on the map represent Agriculture Canada research establishments.

Illustration de la couverture
Les points sur la carte indiquent les établissements de recherches d'Agriculture Canada.

ADDENDA

Avoine présentant une résistance au virus du nanisme jaune de l'orge (VNJO) (Sainte-Foy)

Au cours des dernières années, diverses variétés d'avoine présentant une résistance au VNJO ont été mises au point. Il est désormais établi que la résistance au VNJO permet un accroissement considérable des rendements tant au Québec que dans les Maritimes.

Certaines céréales réduisent le nombre de sauterelles (Saskatoon)

On a constaté une réduction des populations de sauterelles qui consomment du blé HY320 et de l'avoine (toutes les variétés). Il reste à mettre en évidence les constituants en cause.

Pommes de terre résistantes aux tumeurs noduleuses (St. John's)

Sept cultivars de pommes de terre résistantes aux tumeurs noduleuses ont été mis au point et homologués. Parmi ces variétés, un certain nombre ont été adoptées par les producteurs agricoles terre-neuviens et elles forment la base de la production de pommes de terre de semence dans cette province.

Aspirateurs d'insectes (Fredericton)

Un aspirateur de doryphores mis en vente au Nouveau Brunswick s'est avéré efficace dans la lutte aux insectes adultes. Grâce à lui, les producteurs n'ont pas besoin de recourir aux pesticides pour se protéger au printemps des infestations massives de doryphores adultes en bordure des champs.

Un parasite de la noctuelle (Saskatoon)

Un parasite de la noctuelle (Microplitis mediator) originaire de la Suisse, s'avère prometteur dans la lutte biologique à la noctuelle, un ravageur très nuisible au canola.

SOLUTIONS DE REMPLACEMENT A LA LUTTE ANTIPARASITAIRE CHIMIQUE: QUELQUES RÉUSSITES

Mai 1991

AGRICULTURE CANADA

SOLUTIONS DE REMPLACEMENT À LA LUTTE ANTIPARASITAIRE CHIMIQUE: QUELQUES RÉUSSITES

Introduction

Reconnaissant la nécessité de trouver des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, la Direction générale de la recherche s'est engagée à favoriser la mise au point de techniques antiparasitaires susceptibles de remplacer les produits chimiques. Les stratégies de lutte antiparasitaire énumérées ci-après vont de la sélection de variétés résistantes, à la lutte biologique au moyen de parasitoïdes, de prédateurs et de pathogènes et incluent toutes les méthodes de lutte antiparasitaire qui ne font pas appel aux pesticides chimiques synthétiques. Cette liste comprend les méthodes qui ont déjà fait leurs preuves en laboratoire et qui font encore l'objet d'une évaluation, ainsi que celles qui se sont avérées efficaces sur le terrain. Agriculture Canada a mis au point un nombre tellement grand de variétés résistantes que l'on n'en donnera que quelques exemples. Les Stations sont indiquées entre parenthèses.

Cette liste a été compilée par la Dr P.L. Dixon, de la Coordination de la Recherche, Direction generale de la recherche.

TABLE DES MATIÈRES

	Sujet	Page
I	Sélection de variétés résistantes	1
II	Modification atmosphérique	4
III	Élimination des mauvaises herbes grâce aux insectes	4
IV	Élimination des mauvaises herbes au moyen de pathogènes	5
V	Lutte contre les insectes à l'aide d'insectes parasites	6
VI	Lutte contre les insectes et les acariens grâce à des insectes et à des acariens prédateurs	8
VII	Lutte contre les insectes au moyen de pathogènes	10
VIII	Lutte contre les maladies grâce à des pathogènes	12
IX	Phérormones destinées à la surveillance et à l'extermination des insectes	14
X	Divers	17
Tableau 1 :	Exemples de programmes de lutte biologique contre les insectes et les acariens d'importance agricole au Canada, de 1969 à 1980.	22
Tableau 2 :	Exemples de programmes réussis de lutte biologique contre les mauvaises herbes d'importance agricole au Canada, de 1969 à 1980.	23
Tableau 3 :	Variétés créées par Agriculture Canada, résistantes aux maladies et commercialisés.	24

I. Sélection de variétés résistantes - exemples

Blé résistant aux maladies (Centre de recherches phytotechniques)

Le nouveau cultivar de blé blanc tendre d'hiver Miller est génétiquement résistant aux races dominantes du charbon nu du sud de l'Ontario. Le cultivar Harmil résiste aussi à cette maladie, ainsi qu'à la brûlure de l'épi et à la tache septorienne.

Blé résistant à la rouille (Winnipeg)

Pasqua, une nouvelle variété de blé roux vitreux de printemps, résiste à la rouille des feuilles et à celle de la tige.

Blé résistant aux maladies (Harrow)

Harus, un blé blanc tendre d'hiver, a été homologué en 1985. Cette variété résiste mieux à un certain nombre de maladies, dont le blanc, la rouille des feuilles et la brûlure de l'épi.

Orge résistante au blanc (Centre de recherches phytotechniques)

Les variétés d'orge à deux rangs Morrison et Symko, qui viennent d'être homologuées, résistent au blanc.

Colza canola résistant aux altises (Winnipeg)

Huit années de sélection ont abouti à la création d'une lignée de canola qui résiste très bien aux altises.

Maïs tolérant aux ravageurs (Centre de recherches phytotechniques)

Les chercheurs du Centre de recherches phytotechniques tentent de mettre au point des plants de maïs résistants aux insectes ravageurs (pyrale du maïs et ver de l'épi du maïs). Les chercheurs étudient les propriétés antiappétantes des substances chimiques naturelles que contiennent les soies.

Tournesol avifuge (Morden)

De nouvelles lignées de tournesol créées à la Station de Morden attirent moins les oiseaux, parce que leurs graines ont des coques plus épaisses et que l'enveloppe contient un répulsif chimique naturel.

Orge résistante à l'échaudage des feuilles (Beaverlodge)

AC Stacey, une nouvelle variété d'orge fourragère hâtive, résiste très bien à l'échaudage des feuilles, la plus importante maladie foliaire de l'orge dans la région de la rivière de la Paix et dans certaines parties plus froides des Prairies.

Poiriers résistants aux maladies (Harrow)

En 1983, les sélectionneurs de la Station de Harrow ont créé deux nouvelles variétés de poirier, Harrow Delight et Harvest Queen, qui résistent à la brûlure bactérienne. Par ailleurs, une troisième variété également résistante à cette maladie, Harrow Sweet, a été brevetée et protégée en France en 1991 et elle sera diffusée au Canada après l'élaboration de dispositions réglementaires régissant l'enregistrement en vertu de la Loi sur la protection des obtentions végétales, qui a été adoptée en 1990.

Pommes résistantes à la tavelure (Kentville, Summerland)

Lancé dans les années 50, un programme de sélection des variétés de pommier a permis la création de plusieurs variétés résistantes à la tavelure, comme Novamac (1978) et Nova Spy (1986).

Fraisier Shuswap résistant aux maladies (Vancouver)

La variété de fraisier Shuswap résiste aux virus et est relativement rustique. Ces deux caractères amélioreront la longévité des fraisières. Shuswap résiste aussi dans une certaine mesure à la pourriture des fruits.

Cavendish: variété de fraisier résistante à la stèle rouge (Kentville)

La variété de fraisier Cavendish résiste à la stèle rouge. Elle a été homologuée en 1990.

Framboisier Algonquin (Vancouver)

La variété de framboisier Algonquin a été homologuée en 1990. Elle résiste mieux à un certain nombre de maladies, dont la pourriture des racines, la pourriture des fruits après la récolte et le blanc.

Pomme de terre résistante au mildiou (Charlottetown, Fredericton)

Les recherches se poursuivent aux deux stations en vue de croiser des lignées résistantes de pomme de terre. Par exemple, Brador, une lignée de la station de Fredericton, qui a été récemment homologuée, affiche une forte résistance au mildiou.

Avoines résistantes au charbon (Sainte-Foy)

Deux avoines résistantes au charbon ont été produites et commercialisées dans les dernières années. Ceci a permis de réduire les effets néfastes de ce fléau qui atteint plus spécifiquement certaines régions, comme le Lac Saint-Jean.

Chèvrefeuille résistant aux insectes (Morden)

Le chèvrefeuille Miniglobe a été enregistré en 1981. Cette variété résiste aux dommages causés par le puceron européen du chèvrefeuille.

Blé résistant aux cèphes (Swift Current, Lethbridge)

Diffusée en 1947, Rescue a été la première variété de blé roux vitreux de printemps résistante aux cèphes. Par la suite, en raison de sa culture généralisée, la population de cèphes a considérablement diminué et est demeurée très faible pendant une trentaine d'années. En 1990, on a cultivé les deux variétés résistantes actuellement enregistrées, soit Lancer et Leader, sur 600 000 acres dans le sud de l'Alberta et en Saskatchewan.

Variété de soya résistante au nématode à kystes (Harrow)

L'évaluation des variétés résistantes à un nouveau ravageur, le nématode à kystes du soya, a favorisé l'enregistrement d'une variété de soya résistante de l'Université de l'Illinois. Cette nouvelle variété a

donné en moyenne des rendements qui dépassent de 13 % ceux des variétés sensibles cultivées dans des sols infestés par le nématode. La variété est hâtive, de sorte qu'elle se prête à la culture en Ontario. Elle résiste aux races 3 et 4 du nématode.

II. Modification atmosphérique

Lutte contre les maladies des cultures serricoles (Harrow)

La technologie de pointe développée à Harrow permet de lutter contre certaines maladies du concombre et des cultures floricoles grâce à une manipulation scientifique informatisée des conditions du milieu dans les serres. Ainsi, il est possible, entre autres, d'éviter le point de condensation.

Lutte contre le cucujide roux (Winnipeg)

On peut lutter contre le cucujide roux, le plus important insecte ravageur des céréales entreposées dans l'ouest du Canada, en traitant le grain infesté avec du bioxyde de carbone à 20 %.

Lutte contre la mouche de l'airelle (Kentville)

Des teneurs élevées en bioxyde de carbone et des températures supérieures à 40°C ou inférieures à 0°C entraînent l'extermination des larves de la mouche de l'airelle sans nuire à la qualité des fruits.

III. Élimination des mauvaises herbes grâce aux insectes

Chardon des champs (Regina)

On a lâché un charançon, Ceutorhynchus litura, et une mouche gallicole des tiges, Urophora cardui, qui se nourrissent du chardon des champs. Ces insectes sont maintenant établis dans plusieurs provinces.

Séneçon Jacobée (Charlottetown)

À L'Île-du-Prince-Édouard, Tyria jacobae continue de jouer un rôle dans l'élimination du séneçon Jacobée, une mauvaise herbe toxique.

Laiteron (Regina)

La mouche gallicole des feuilles, Cystiphora sonchi, a été lâchée et est établie en Saskatchewan, en Alberta, au Manitoba, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

Centaurée (Regina)

On a lâché un certain nombre d'insectes qui se nourrissent de la centaurée. Ceux-ci sont maintenant établis en Colombie-Britannique. À un endroit, des papillons (Metzneria paucipunctella) se sont attaqués à 85 % des tiges porte-graines de la centaurée maculée et à un autre, le charançon des racines, Sphenoptera jugoslavia, et à 75 % des rosettes de la centaurée diffuse.

Euphorbe (Regina)

L'altise de l'euphorbe, Aphthona nigriscutus, a été lâchée et s'est établie à plusieurs endroits au Manitoba et en Alberta. À un emplacement du Manitoba, on a observé l'élimination de 92 % des tiges florales.

IV. Élimination des mauvaises herbes au moyen de pathogènes

Mauve à feuilles rondes (Regina)

Un champignon pathogène, Colletotrichum gloeosporoides malvae, s'est avéré un agent de lutte biologique efficace. Philom Bios, de Saskatoon, a présenté une demande d'homologation. Si la société l'obtient, il s'agira du premier bioherbicide homologué au Canada.

Millepertuis commun (Kentville)

Un champignon pathogène endémique, Colletotrichum gloeosporoides, obtient un fort taux de succès dans la

lutte contre le millepertuis commun dans les champs de bleuets nains, en Nouvelle-Écosse. On pourrait donc implanter le champignon dans les bleuetières où il n'est pas présent actuellement.

V. Lutte contre les insectes à l'aide d' insectes parasites

Puceron du pois dans les cultures de luzerne en Alberta (Lethbridge)

En 1970, on a introduit, en Alberta, une guêpe parasite (Aphidius smithi), qui s'attaque aux pucerons du pois. La guêpe est maintenant bien établie et réduit constamment le nombre de ravageurs.

Un parasitoïde contre les orthosies dans les vergers (Summerland)

La recherche sur un parasitoïde de la noctuelle verte des arbres fruitiers, qui ravage les vergers non traités avec des insecticides chimiques, révèle que l'on peut lutter contre cet insecte avant que celui-ci ne s'attaque aux pommes.

Mouches des racines en Ontario (London)

La guêpe Aphaereta pallipes, qui parasite les mouches des racines, et le scarabée Aleochara bilineata, qui est à la fois parasite et prédateur de la mouche du chou et de celle de l'oignon, ont été massivement élevés pour être lâchés dans les cultures commerciales d'oignons. Par ailleurs, Aleochara est aussi disponible pour les potagers privés.

Perce-oreille européen (St. John's)

On a lâché une mouche parasite des perce-oreilles, Bigonicheta setipennis, à Terre-Neuve. Ces mouches proviennent de la Colombie-Britannique, de la Suède et de la Suisse. La mouche est établie dans la région de St John's.

Mouches blanches dans les cultures de tomates de serre, en Ontario (Harrow)

Une minuscule guêpe parasite, Encarsia formosa, élimine les mouches blanches dans une proportion de 75 % sur les tomates cultivées en serre, en Ontario. La station de Harrow a joué un rôle essentiel dans la mise au point de méthodes d'élevage de masse de la guêpe et a participé à l'élaboration d'un programme de lutte biologique à l'intention des producteurs.

Parasites du charançon de la carotte (Saint-Jean)

Au Québec, une guêpe minuscule se nourrit des oeufs du charançon de la carotte. Les chercheurs de Saint-Jean ont mis au point une technique d'élevage de cette guêpe dans le but d'étudier cet insecte davantage et de trouver des moyens d'en accroître l'efficacité.

Hyponomeute des pommiers (Vancouver, Summerland)

De 1987 à 1989, on a importé d'Allemagne un parasitoïde, Ageniaspis fuscicollis, qui s'attaque aux oeufs de l'hyponomeute des pommiers, et on l'a lâché en Colombie-Britannique. Ce parasitoïde est maintenant établi et réduit déjà la population du ravageur.

Agromyse de la luzerne (Charlottetown)

En 1978, on a introduit une guêpe parasite qui s'attaque à l'agromyse de la luzerne à l'Île-du-Prince-Édouard. La guêpe est maintenant bien implantée et le ravageur n'est maintenant plus considéré comme une menace pour les cultures de luzerne.

Ravageurs de la luzerne en Ontario (Centre de recherches phytotechniques)

Dans les années 70, l'industrie laitière ontarienne était menacée par le charançon postiche de la luzerne et par l'agromyse de la luzerne. Grâce à l'introduction d'insectes parasitoïdes et d'un champignon indigène, on a pu contrer le charançon. Par ailleurs, les lâchers de guêpes parasites ont freiné l'agromyse.

VI. Lutte contre les insectes et les acariens grâce à des insectes et à des acariens prédateurs

Sciarides (Agassiz)

Un acarien prédateur du genre Geolaelaps maintient à un faible niveau les populations de sciarides dans les serres. Par ailleurs, les applications commerciales se sont aussi avérées un succès.

Acarien prédateur pour la lutte contre les tétranyques (Saint-Jean)

Un acarien prédateur Amblyseius fallacis peut être relâché en verger de pommiers pour lutter contre les tétranyques à deux points et les tétranyques rouges.

Des nématodes attaquent des charancons et des hoplocampes (Saint-Jean)

Un nématode entomophage le Steinernema sp. est efficace pour lutter contre les adultes hivernant du charancon de la carotte et contre la chenille de l'hoplocampe des pommes en verger.

Thrips des petits fruits (Agassiz)

On a mis au point des méthodes d'élevage de masse et des applications d'un acarien prédateur, Amblyseius cucumeris, pour lutter contre les thrips des petits fruits. L'usage de cet acarien prédateur est largement répandu dans l'industrie serricole.

Thrips des petits fruits (Summerland)

On mène actuellement des essais sur le terrain pour évaluer l'efficacité de l'acarien prédateur Amblyseius cucumeris et de la punaise anthocoride Orius tristicolor comme agents de lutte contre les thrips des petits fruits dans les vergers de pommiers.

Thrips des petits fruits (Agassiz)

La minuscule punaise anthocoride Orius tristicolor semble des plus prometteuses comme agent de lutte biologique contre les thrips des petits fruits dans les serres.

Elle est actuellement disponible sur un marché restreint. En général, les populations de thrips diminuent de 3 à 6 semaines après les premières introductions.

Acariens contre acariens dans les fraisières (Vancouver)

Une lignée tolérante au froid d'un acarien prédateur, Phytoseiulus persimilis, a été importée au Canada de Nouvelle-Zélande, en 1986, afin de lutter contre la tétranyque à deux points.

Acariens prédateurs résistants aux insecticides dans les vergers de pommiers (Kentville)

On a importé de Nouvelle-Zélande et de l'État de New York, un acarien prédateur résistant à de nombreux insecticides et on étudie la possibilité de s'en servir comme agent de lutte biologique dans les vergers.

Acariens prédateurs résistants aux pyréthroides (Vineland)

Un projet d'amélioration génétique a permis d'obtenir une souche d'acariens prédateurs fortement résistants aux insecticides pyréthroides et aux organophosphates, qui fait présentement l'objet d'essais sur le terrain. Elle semble d'ores et déjà pouvoir s'insérer dans un programme de lutte intégrée et a suscité beaucoup d'intérêt à travers le monde.

Coccinelle à sept points (Kentville, Winnipeg et Saskatoon)

Cette coccinelle est un prédateur vorace des pucerons. Depuis sa découverte en Amérique du Nord, on l'a lâchée sur le terrain et celle-ci est maintenant implantée dans plusieurs provinces canadiennes. De 1988 à 1990, la coccinelle a donné des résultats suffisamment satisfaisants contre les pucerons du pois et des grains en Nouvelle-Écosse, pour que l'on cesse d'appliquer des insecticides chimiques.

VII. Lutte contre les insectes au moyen de pathogènes

Bacillus thuringiensis (Bt) contre les chenilles (Winnipeg)

Les chercheurs de la Station de Winnipeg s'adonnent à la sélection et à la création de nouvelles souches de Bt en vue de lutter contre la légionnaire bertha et contre d'autres chenilles résistantes aux souches de Bt actuellement utilisées en Amérique du Nord (Btk). Ils ont découvert huit souches de Bt plus toxiques que Btk.

Essai des souches de Bt au Canada (à diverses stations de recherches)

Depuis plusieurs années, Agriculture Canada participe beaucoup aux essais des souches de Bacillus thuringiensis dans les conditions et pour des cultures canadiennes.

Champignon exterminateur des mouches blanches (Harrow)

On examine actuellement les possibilités d'application du champignon Aschersonia aleyrodis à l'élimination des mouches blanches dans les serres. On s'intéresse particulièrement à l'incidence combinée du champignon et d'Encarsia, une guêpe parasite des mouches blanches.

Lutte contre les vers-gris orthogonaux grâce aux delta-endotoxines de Bt (Lethbridge)

L'utilisation de Bacillus thuringiensis (Bt) pour lutter contre le ver-gris orthogonal est rendue plus difficile en raison des habitudes alimentaires des larves de l'insecte. On a mis au point des modes d'échange génique permettant de transférer le gène lié aux delta-endotoxines de Bt aux bacilles du rhizosphère.

Utilisation de Nosema locustae pour la lutte contre les criquets (Lethbridge)

On a déterminé, sur le terrain, les effets de l'opportunité, du taux et de la répétition des applications du protozoaire Nosema locustae sur les populations des principales espèces de criquets. Même si on le trouve rarement dans la nature, ce pathogène peut causer un faible taux d'infection et un affaiblissement dans environ 40 % de la population. On évalue actuelle-

ment les données soumises aux fins d'homologation.

Tordeuse sensible aux microsporidies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Summerland)

On a constaté que les larves de la tordeuse à bandes obliques sont sensibles aux infections causées par une microsporidie protozoaire indigène chez la tordeuse des bourgeons de l'épinette. En effet, Nosema cause un taux élevé de mortalité chez les jeunes larves.

Lutte contre les criquets grâce à des champignons (Lethbridge)

En 1988, on a découvert une souche de Beauveria bassiana qui enraie très efficacement les criquets, et ce , à des taux d'application économiques. Les essais subséquents en laboratoire et sur le terrain ont porté sur les taux et les méthodes d'application et sur le mode d'action.

Des champignons contre les moustiques (Lethbridge)

En 1956, on a découvert un champignon pathogène des moustiques, Coelomomyces psorophorae, dans les zones irriguées du sud de l'Alberta. En étudiant le cycle biologique complexe du champignon, on a constaté que le pathogène pouvait utiliser un hôte de remplacement. Selon les résultats obtenus sur le terrain, le champignon entraînerait un taux de mortalité de 64 % chez les larves de moustiques.

Des virus à l'attaque des chenilles ravageuses des choux maraîchers (Harrow)

Des études menées en laboratoire et au champ à Harrow ont démontré que les virus responsables de la granulose et de la polyédrose nucléaire enrayaient efficacement les vers du chou et la fausse-arpenteuse du chou respectivement. Des recherches extensives sur la persistance et l'apparition des viroses sur le terrain ont permis d'accumuler des données significatives sur le devenir dans l'environnement de ce genre d'entomovirus.

Un virus contre l'hespérie des graminées (Charlottetown)

Les larves de l'hespérie des graminées se nourrissent de fléole. On a mis à l'essai un virus indigène responsable

de la polyédrose nucléaire qui tue les larves de l'hespérie, et on l'a lâché dans les champs de l'Île-du-Prince-Édouard. En quelques années, le virus s'est avéré un agent de lutte efficace.

Un virus contre le carpocapse de la pomme (Harrow, Summerland)

Les recherches ont démontré que l'on peut introduire un virus dans les vergers de pommiers pour protéger ceux-ci des dommages causés par le carpocapse. Même si le virus est déjà homologué dans certains pays, il est encore à l'essai au Canada.

Des nématodes exterminateurs des mineuses et des sciarides (Vineland)

Récemment, grâce à des nématodes, les chercheurs ont réussi à lutter biologiquement contre les mineuses qui s'attaquent aux chrysanthèmes cultivés en serre et contre les sciarides qui endommagent les champignons cultivés.

VIII. Lutte contre les maladies grâce à des pathogènes

Lutte biologique contre la tumeur du collet (Harrow)

Aux cours d'expériences, la souche K-84 de la bactérie Agrobacterium radiobacter a réussi à enrayer totalement la tumeur du collet, qui endommage le matériel de plantation d'arbres fruitiers (pêchers, pruniers, cerisiers) et de rosiers. En 1989, ce pathogène nommé Dygall est devenu le premier agent de lutte biologique à être homologué au Canada pour l'éradication de maladies végétales.

Lutte biologique contre les pathogènes terricoles des plantules de tabac cultivé en serre (Delhi)

Des essais en laboratoire ont permis d'identifier un champignon mycoparasite qui inhibe Rhizoctonia solani. On évalue les milieux de culture pour déterminer dans quelle mesure ils peuvent favoriser la croissance et la survie des mycoparasites.

Lutte biologique contre le chancre cytosporéen (Harrow)

Les levures épiphytes et les champignons filamenteux qui vivent sur l'écorce des pêchers réduisent l'incidence et la gravité du chancre cytosporéen, si on les applique sur les lésions avant l'apparition du champignon pathogène Cytospora cincta ou C. leucostoma ou au moment de celle-ci. Comme ces microchampignons saprophytes sont indigènes, ils sont prometteurs comme agents de protection biologique en concurrençant les pathogènes qui infectent les lésions causées mécaniquement à l'écorce.

Lutte biologique contre les maladies foliaires de la tomate, de la pomme de terre et du ginseng (Delhi)

Les études menées en laboratoire ont permis d'identifier plusieurs microbes antagonistes qui inhibent les espèces du genre Alternaria dans les bicultures et pendant les essais sur feuilles détachées. On mènera une évaluation de l'efficacité au champ en 1991.

Lutte biologique contre la tumeur du collet et des racines (Summerland)

La bactérie Enterobacter aerogenes s'est avérée tout aussi efficace qu'un fongicide chimique pour éliminer la tumeur du collet et des racines chez le pommier. La demande de brevet visant l'utilisation de cette bactérie efficace est présentement à l'étude au Canada et aux États-Unis. Il s'agit du premier agent biologique mis au point dans le monde pour lutter contre cette maladie.

Lutte biologique contre les maladies du pommier (Summerland)

Les essais sur le terrain ont démontré que certaines souches de la bactérie Bacillus subtilis peuvent enrayer la tumeur du collet chez les jeunes pommiers et réduire les maladies dues à la replantation.

Fonte des semis du carthame (Lethbridge)

Les études menées en serre montrent qu'en traitant les sols avec Pseudomonas fluorescens, on peut éliminer la fonte des semis.

Lutte biologique contre les champignons pathogènes (Sainte-Foy)

Lors d'études effectuées en laboratoire plusiers bactéries de la rhizosphère ont démontré leur potentiel comme agent de lutte biologique en réduisant l'incidence de certaines maladies fongiques. Ainsi, les champignons du genre Pythium qui affectent le mais, sont eux-mêmes affectés par certaines souches des bactéries Serratia liquefasciens et Bacillus amyloliquefasciens.

Flétrissure sclérotique du tournesol (Lethbridge)

L'utilisation du pathogène Coniothyrium minitans au champ a permis de lutter efficacement contre la flétrissure sclérotique du tournesol. Cette technique de lutte biologique comporte aussi des avantages à long terme, car les études révèlent que la diminution de la population du pathogène responsable de la flétrissure s'accompagne d'un accroissement de la population de l'agent de lutte.

Champignon contre le blanc (Harrow)

Quand l'humidité est très élevée dans les serres, deux champignons du genre Sporothrix peuvent enrayer presque entièrement le blanc dans les cultures de concombres, de roses et de bégonias. Dans le cadre d'un projet mixte, l'Université Laval, Plant Products Ltd. (de Brampton) et les chercheurs de la Station de Harrow attendent l'octroi d'un brevet pour cet agent de lutte biologique et ont présenté une demande d'homologation pour ce dernier.

IX. Phérormones destinées à la surveillance et à l'extermination des insectes

Première mondiale: isolement d'une phérormone sexuelle chez l'hétéroptère miride (Kentville)

Dans le cadre d'un projet mixte entre Agriculture Canada et l'université Simon Fraser, les chercheurs ont réussi à identifier et à synthétiser la phérormone sexuelle des punaises de la molène, de la famille des Miridae, un ravageur des vergers de pommiers. Les deux partenaires dans ce projet essaient actuellement d'obtenir un brevet d'emploi.

Lutte contre l'arpenteuse tardive (Vancouver)

On a lutté avec succès l'apparition de l'arpenteuse tardive Operophtera brumata dans la basse vallée du Fraser, au moyen de pièges appâtés à une phérormone sexuelle. Les gestionnaires des programmes de lutte antiparasitaire pourraient bien appliquer ces mesures, s'ils avaient accès à une source commerciale de la phérormone.

Prévision des infestations de larves de la légionnaire bertha (Winnipeg, Lethbridge)

On se sert de pièges contenant un attractif sexuel pour prévenir d'éventuelles infestations. Ces pièges signalent aux agents de vulgarisation et aux producteurs de prendre rapidement les mesures qui s'imposent. En Alberta, depuis 1985, on surveille donc ainsi les populations de la légionnaire bertha et celles du ver-gris orthogonal et de la légionnaire grise, en collaboration avec le ministère provincial de l'Agriculture.

Lutte contre les insectes des grains entreposés (Winnipeg)

Des pièges appâtés avec des phérormones et destinés à attraper les insectes en vol dépistent efficacement le petit perceur des céréales et le charançon du riz, en signalant de possibles infestations du grain dans les cellules de stockage.

Phérormone isolée pour la première fois chez les vers-fil-de-fer (Lethbridge)

On a élaboré un programme de lutte fondé sur l'utilisation d'une phérormone à l'intention du secteur de la betterave à sucre. Cette méthode permet un dépistage plus rapide des vers-fil-de-fer.

Lutte contre la pyrale du maïs (London)

On a utilisé des préparations commerciales de phérormone pour dépister les seuils économiquement importants des populations de la pyrale dans le sud-ouest de l'Ontario. Le service d'alerte antiparasitaire du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario se sert de ces renseignements pour recommander aux producteurs quelles mesures de lutte ils doivent prendre.

Présence d'une phérormone sexuelle chez le psylle du poirier (Kentville)

On a découvert l'existence d'une phérormone sexuelle de faible portée chez le psylle du poirier. C'est la première fois que l'on a la preuve de l'existence d'une phérormone sexuelle chez cette famille d'insectes.

Mineuse marbrée (Vineland)

Les recherches actuelles ont révélé que l'utilisation de pièges à la phérormone sexuelle en vue d'éliminer les mineuses marbrées mâles adultes peut réduire les infestations de larves de plus de 50 %.

Tordeuse orientale du pêcher (Vineland)

Les travaux actuels sur ce ravageur comportent une évaluation des interruptions de l'accouplement grâce au lâcher de grandes quantités de phérormones sexuelles dans les vergers expérimentaux. Cette technique a porté fruit au cours des essais préliminaires.

Lutte contre le carpocapse de la pomme par interruption de l'accouplement au moyen d'une phérormone (Summerland)

Des essais sur le terrain ont démontré que l'interruption de l'accouplement s'avère tout aussi efficace ou plus efficace que les insecticides dans la lutte à ce ravageur. Ainsi, en recourant moins souvent aux pulvérisations, les producteurs de poires voient s'accroître les populations de prédateurs du psylle du poirier.

Tordeuse de la vigne (Vineland)

En interrompant l'accouplement de ce ravageur au moyen d'une phérormone sexuelle synthétique, on a réussi à lutter à grande échelle contre cet insecte dans les vignobles de la péninsule du Niagara. Cette technique permettrait éventuellement d'éliminer jusqu'à quatre pulvérisations d'insecticide.

X. Divers

Aleurode des serres (Agassiz)

On a mis au point un programme de lutte contre ce ravageur au moyen de pièges jaunes collants, dont l'usage est fort répandu dans l'industrie. Grâce à cette méthode, on peut dépister beaucoup plus rapidement les mouches blanches.

Thrips des petits fruits (Vancouver, Agassiz)

L'utilisation de pièges collants bleus a donné de bons résultats pour l'échantillonnage et le piégeage de masse des thrips dans les serres.

La mouche de l'airelle (Kentville, Fredericton)

On a mis au point un programme de lutte contre la mouche de l'airelle au moyen de pièges jaunes collants, dont l'usage est fort répandu dans l'industrie du bleuet. Les pièges servent à déterminer si des mesures de lutte sont nécessaires et, le cas échéant, à etablir le moment le plus propice.

Farine de crabe - Lutte contre la tumeur verruqueuse de la pomme de terre (St. John's)

On peut enrayer la tumeur verruqueuse de la pomme de terre et empêcher la formation de la gale en ajoutant de la carapace de crabe écrasée au sol qui entoure les tubercules au moment de la plantation.

Lutte contre les maladies par allélopathie (Harrow)

Les cultures dérobées ou les résidus de culture de laitue avec des plants de tomates, ou des cultures-abris de pissenlits côtoyant des plants de tomate cultivés en sachets permettent d'enrayer la pourriture fusarienne de la couronne et des racines presque complètement. Les substances chimiques secrétées naturellement par la laitue et par le pissenlit s'accaparent du fer nécessaire au développement de la maladie.

Lutte contre les nématodes au moyen des engrais verts de crucifères (Delhi, Vineland)

Les extraits foliaires de la moutarde blanche contiennent une substance très toxique pour les nématodes des lésions des racines. On croit que l'isothiocyanate d'allyle, qui est formé par l'hydrolyse enzymatique du glucosinolate d'allyle, serait l'agent nématocide.

Trypètes des cerises en Colombie-Britannique (Summerland)

Les trypètes stérilisées qui sont accouplées avec d'autres sujets fertiles ont produit des oeufs qui n'ont pas éclos ou n'ont tout simplement pas produit d'oeufs. En cage, les populations regroupées de trypètes stériles et fertiles dans un rapport de 20 à 1 n'ont donné aucune descendance viable.

La rotation des cultures : efficace contre les ravageurs de la betterave à sucre (Lethbridge)

En cultivant une autre culture que la betterave à sucre une fois tous les quatre ans, on élimine ou réduit la quantité d'insecticides nécessaire pour enrayer les nématodes et la mouche de la betterave à sucre.

Paillis minéraux et organiques (Summerland)

Les paillis, dont ceux qui sont composés d'écorce et d'un plastique noir, ont réussi à supprimer la compétitivité que les mauvaises herbes livrent aux pommiers dans les vergers. Les arbres ont quelquefois donné des rendements supérieurs à ceux des pommiers traités avec un herbicide.

Lutte contre le puceron de la betterave à sucre (Lethbridge)

On peut désormais lutter contre le puceron de la betterave à sucre, l'un des principaux ravageurs dans ce type de culture en Alberta, en augmentant le nombre d'irrigations de 1 à 2 par année à 5.

Lutte culturale contre la chrysomèle du navet (Winnipeg)

La chrysomèle du navet infeste les champs de canola dans l'Ouest canadien. Les recherches démontrent que si l'on cultive les champs après avoir récolté le canola à l'automne, on détruit les ressources alimentaires végétales

des larves et, de ce fait, on enraie du coup ces dernières.

Minitunnels flottants pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères (London)

Des minitunnels en tissu léger, utilisés dans des parcelles maraîchères expérimentales, ont réduit considérablement les dommages causés par le doryphore de la pomme de terre dans les cultures de pommes de terre, et par la mouche des racines, dans celles de radis et d'oignons. Cette technique a beaucoup diminué le nombre de ravageurs foliaires et ne nuit pas aux organismes non visés.

Lutte contre les chalcis pendant la période d'incubation de la découpeuse de la luzerne (Lethbridge)

On a placé une source d'ultra-violets au-dessus d'un piège contenant de l'eau et l'on a ainsi éliminé les chalcis parasites pendant la période d'incubation printanière des découpeuses de la luzerne. Les chalcis émergent environ deux semaines avant les abeilles et, de ce fait, peuvent être sélectivement éliminés de la population d'abeilles avant que ces dernières ne soient placées dans les champs de luzerne aux fins de pollinisation.

Une meilleure construction des ruches permet de réduire l'entrée des parasites (Lethbridge)

Les ruches destinées aux abeilles mégachiles ont été conçues afin d'éliminer l'entrée d'éventuels parasites et prédateurs. On a en effet ajouté du rembourrage en mousse à l'arrière du matériel rainuré et laminé de nidification afin d'éliminer les possibilités de passage d'un tunnel à l'autre, ainsi que des bandes métalliques élargies afin d'ajuster étroitement les planches de la ruche. Par ailleurs, on a coupé avec précision toutes les composantes et on les a ensuite bien collées et clouées.

Résidus de seigle et d'orge de printemps contre les mauvaises herbes (Agassiz)

Le seigle et l'orge de printemps, semés à l'automne et exterminés par le froid pendant l'hiver, forment une couche de matière morte qui s'avère très efficace pour

éliminer les mauvaises herbes la saison suivante. Jusqu'ici, on n'a observé aucun effet nuisible sur la croissance de la culture.

Modèle de prédiction des pertes dues aux mauvaises herbes (Sainte-Foy)

La mise au point d'un modèle de prédiction des pertes dues aux mauvaises herbes, à partir de données recueillies tôt en saison, permettra d'éliminer l'utilisation d'herbicides dans un grand nombre de situations. Les essais réalisés à ce jour démontrent que la surface foliaire relative de la culture est une variable clé qui pourrait être utilisée pour élaborer le modèle.

Réchauffement du sol par le soleil: excellent contre les ravageurs (Vineland, London)

Le réchauffement solaire du sol grâce à une pellicule de plastique a réduit et même éliminé les nématodes nuisibles et les champignons responsables du pourrissement des racines dans des pépinières du sud de l'Ontario.

Lâchers de mâles stériles pour l'éradication du carpocapse de la pomme (Summerland)

Trente années de recherches ont abouti au lancement commercial d'un programme de lâchers d'insectes stériles dans le but d'éliminer le carpocapse dans les vergers de pommiers et de poiriers.

Des fourrages velus repoussent les insectes (CRB)

Pour la première fois, on a découvert, en observant les plantules de certaines espèces fourragères, que la présence de poils peut repousser les insectes. Cette découverte peut s'avérer utile pour éloigner les pucerons.

Vaccin contre les varrons (Lethbridge)

On a mis au point un vaccin contre les varrons. Ce dernier est efficace jusqu'à 85 %.

Lâchers de mâles stériles pour lutter contre les varrons (Lethbridge)

Dans le cadre d'un projet mixte canado-américain, on a démontré qu'en alliant les lâchers de mâles stériles aux traitements insecticides chimiques, on peut lutter efficacement contre les varrons sur une grande échelle.

Lutte contre le blanc au moyen de la silice soluble (Agassiz)

L'engrais composé d'une solution nutritive hydroponique de silicate de potassium ou de sodium rend les plants de concombres plus résistants au blanc.

Répulsifs chimiques produits par la luzerne (CRB)

On a découvert que la luzerne produit une catégorie unique de substances chimiques, les saponines hémolytiques, qui sont des répulsifs pour de nombreux champignons, bactéries et insectes.

Couverture vivante pour lutter contre les mauvaises herbes (Agassiz)

Des couvertures vivantes de fétuque ovine, de trèfle blanc et d'orge ont efficacement supprimé les mauvaises herbes entre les rangs de framboisiers. Par ailleurs, le trèfle augmente la teneur en azote des feuilles et la vigueur de la tige.

Tableau 1: Exemples de programmes de lutte biologique contre les insectes et les acariens d'importance agricole au Canada, de 1969 à 1980 (Kelleher et Hulme, 1984).

Ravageur	Espèce	Agent de lutte	Station	Réussite*
Chenilles	Choux maraîchers	Bt, virus	Harrow	+++
Criocère des céréales	Petits grains	Guêpe parasite	CRP	+++
Ver-gris moissonneur	Tabac	Virus	Delhi	+
Criquets	Diverses	Protozoaires	Saskatoon	++
Moustiques	Bestiaux	Champignon	Lethbridge	++
Puceron du pois	Diverses	Coccinelle	Vancouver	+
Sphinx de la tomate	Tomate, tabac	Bt	Delhi	+++
Tétranyque à deux points	Cultures de serre	Acarien prédateur	Harrow	++

* + Légère réduction des populations de ravageurs ou trop tôt pour se prononcer
++ Élimination généralisée, mais quelques dommages localisés
+++ Éradication complète

Tableau 2: Exemples de programmes réussis de lutte biologique contre les mauvaises herbes d'importance agricole au Canada, de 1969 à 1980 (Kelleher et Hulme, 1984).

Mauvaise herbe	Agent de lutte	Station
Chardon vulgaire	Mouche à fruits (*Urophora stylata*)	Regina
Euphorbe-cyprès	*Hiles euphorbiae*	Regina
Centaurée diffuse	Mouche à fruits (*Urophora affinis*)	Regina
Chardon penché	*Rhinocyllus conicus*	Regina
Centaurée maculée	Mouche à fruits (*Urophora quadrifasciata*)	Regina
Millepertuis commun	Mouche (*Anaitis plagiata*) et deux espèces de charançons	Regina
Séneçon Jacobée	*Tyria* et un charançon	Regina

Tableau 3: Variétés créées par Agriculture Canada, résistantes aux maladies et commercialisés

Céréales	101
Oléagineux	35
Luzerne	18
Autres fourrages	42
Pomme de terre	33
Tabac	16
Haricot	11
Pois de grande culture	12

Remarque - Le maïs ne figure pas dans cette liste, car Agriculture Canada diffuse surtout des lignées autofécondées qui ne sont pas directement vendues, mais qui servent plutôt à la production d'hybrides.